

КОНСТРУКЦИЯ ДЕМПФИРУЮЩЕГО РЕЗЦА С УПРАВЛЯЕМОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Новиков С.Г., канд. техн. наук

(Институт социального образования (филиал) Российского государственного социального университета, г. Курск)

Малыхин В.В., канд. техн. наук, **Яцун Е.И.**, канд. техн. наук

(Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Новиков Ф.В., докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет им. Семена Кузнецца)

The paper shows the design of the tool with controlled damping stiffness

Изобретение относится к инструментальному производству и может быть использовано в токарных и строгальных технологических операциях.

Известен резец, содержащий державку, в которой расположены режущая пластина и узел ее крепления, и вставку из материала с высоким демпфированием, размещенную в выборке державки, резец снабжен подвижным упором, размещенным в опорной части, выполненной на державке и имеющей выборку, при этом продольная ось упора параллельна продольной оси резца, а в месте сопряжения опорной части с опорной плоскостью державки выполнен упругий шарнир, причем на вставке выполнен выступ, размещенный в выборке опорной части (патент РФ №2009768, МПК⁵В23В27/00, 1994г).

Недостатками являются: низкие эксплуатационные характеристики резца, так как невозможно управлять его жесткостью при обработке различных конструкционных материалов; недостаточная стойкость резца в связи с тем, что режущая пластина не виброизолирована от державки.

Известен универсальный демпфирующий резец (2,3), содержащий режущую пластину и узел её крепления, державку с выборкой в ней и вставку из материала с высоким демпфированием, резец снабжен металлической оправкой и тонкостенным контейнером, причем режущая пластина узлом её крепления жестко фиксирована на верхней поверхности оправки, выполненной в виде прямоугольного параллелепипеда и размещенной в тонкостенном контейнере с равномерными зазорами по его основанию и стенкам, заполненными вставкой из материала с высоким демпфированием, при этом верхняя поверхность оправки установлена выступающей над контейнером без соприкосновения с ним режущей пластины и узла её крепления, а контейнер неподвижно закреплен в выборке, выполненной по форме контейнера и ориентированной по нормали к верхней плоскости переднего конца державки с обеспечением отсутствия контактирования режущей пластины и узла её крепления на оправке с державкой.

Указанный резец имеет следующие недостатки:

1. Низкие эксплуатационные характеристики резца, связанные с тем, что жёсткость вставки из материала с высоким демпфированием, заполняющим равномерные зазоры между оправкой и контейнером, неизменна при любых параметрах технологического процесса, и при обработке различных конструкционных материалов невозможно управление жёсткостью резца, поэтому каждый раз требуется экспериментально определять величину задаваемых зазоров или подбирать состав новых материалов с высоким демпфированием с необходимыми наполнителями, добиваясь требуемой жёсткости.

2. Большие трудоемкость и затраты времени на подготовку резца к работе, обусловленные выдерживанием равномерных зазоров между основанием и стенками контейнера при размещении в нем оправки, заполнением зазоров вставкой из материала с высоким демпфированием, последующей полимеризацией материала, закреплением неподвижно контейнера в выборке державки; сложен и демонтаж резца: извлечение контейнера из выборки и освобождение из него оправки.

3. Недостаточная стойкость резца, из-за наличия пространства между узлом крепления и верхней плоскостью переднего конца державки, то есть консольного расположения режущей пластины над державкой, что вызывает дополнительные напряжения изгиба и ведёт к износу инструмента.

Технической задачей предлагаемого изобретения является улучшение эксплуатационных характеристик резца, снижение трудоемкости и затрат времени на подготовку его к работе и демонтаж, а также повышение стойкости резца.

Технический результат по улучшению эксплуатационных характеристик резца, снижению трудоемкости и затрат времени на подготовку его к работе и демонтаж, а также повышению стойкости резца достигается тем, что универсальный демпфирующий резец с управляемой жёсткостью, содержащий режущую пластину и узел её крепления, державку с выборкой в ней и вставку из материала с высоким демпфированием, снабжён металлической оправкой и контейнером, причем режущая пластина узлом её крепления жёстко фиксирована на верхней поверхности оправки, выполненной в виде прямоугольного параллелепипеда и размещенной в контейнере, при этом верхняя поверхность оправки установлена выступающей над контейнером без соприкосновения с ним режущей пластины и узла её крепления, а контейнер с оправкой расположен в выборке, выполненной по форме контейнера и ориентированной по нормали к верхней поверхности переднего конца державки с обеспечением отсутствия контактирования режущей пластины и узла её крепления на оправке с державкой, контейнер изготовлен из вулканизированного материала с образованием замкнутой эластичной оболочки с сообщающимися полыми боковыми стенками и днищем параллелепипеда с внутренними размерами, равными поперечным размерам оправки, а во внешней стенке днища закреплен цилиндрический штуцер, расположение контейнера с оправкой произведено свободно с зазорами в выборке, имеющей в дне сквозное отверстие диаметром, большим диаметра штуцера, который пропущен соосно с отверстием, при этом через штуцер закачан воздух в полости днища и боковых поверхностей замкнутой

эластичной оболочки контейнера до заполнения ею зазоров между выборкой, самоцентрирования оправки на одинаковых расстояниях от стенок и дна выборки, а также создания необходимого избыточного давления для образования единой механической системы оправка-контейнер с закачанным сжатым воздухом - державка, с возможностью дистанционного бесступенчатого управления жёсткостью резца за счёт изменения давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера, кроме того, в пространстве между узлом крепления режущей пластины на оправке и верхней плоскостью переднего конца державки установлена с предварительным напряжением сжатия вставка из материала с высоким демпфированием.

На рис. 1 представлен общий вид резца в процессе обработки материала.

Режущая пластина 1 узлом её крепления 2 жёстко фиксирована на верхней поверхности *B* металлической оправки 3, изготовленной в виде прямоугольного параллелепипеда и размещенной в контейнере 4, при этом верхняя поверхность *B* оправки 3 установлена выступающей над контейнером 4 без соприкосновения с ним режущей пластины и узла её крепления 2. Контейнер 4 изготовлен из вулканизированного материала с образованием замкнутой эластичной оболочки с сообщающимися полыми боковыми стенками и дном параллелепипеда с внутренними размерами, равными поперечным размерам оправки 3, а во внешней стенке дна закреплен цилиндрический штуцер 5. Контейнер 4 с оправкой 3 расположен свободно с зазорами в выборке, выполненной по форме контейнера 4 и ориентированной по нормали к верхней плоскости *B* переднего конца державки 6 с обеспечением отсутствия контактирования режущей пластины 1 и узла её крепления 2 на оправке 3 с державкой 6, штуцер 5 пропущен соосно со сквозным отверстием 7 в дне выборки, диаметр отверстия 7 больше диаметра штуцера 5.

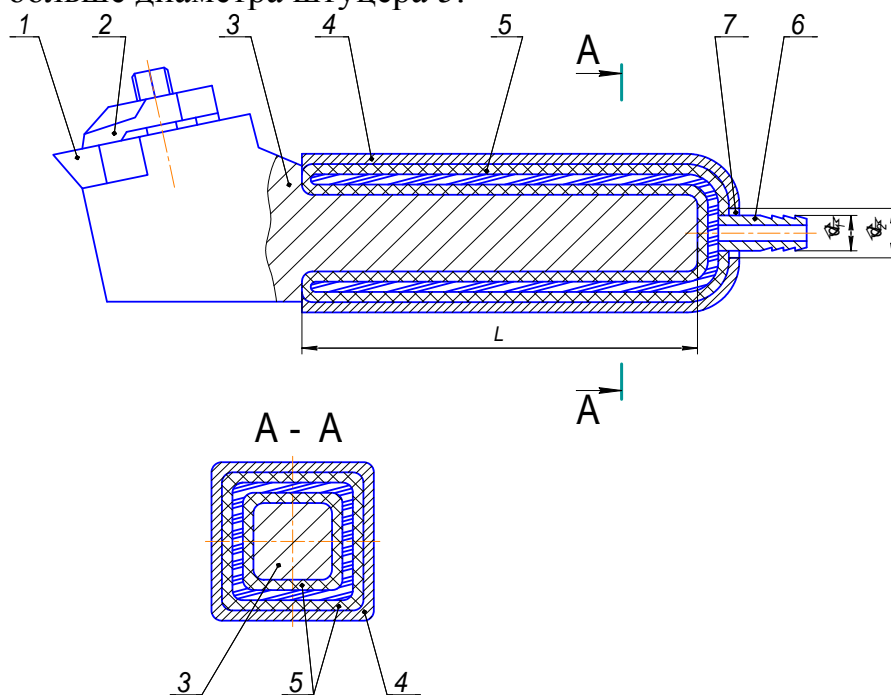


Рис. 1. Демпфирующий резец с управляемой жесткостью

Через штуцер 5 закачан сжатый воздух в полости днища и боковых поверхностей замкнутой эластичной оболочки контейнера 4 до заполнения ею зазоров между выборкой, самоцентрирования оправки 3 на одинаковых расстояниях от стенок и дна выборки, а также создания необходимого избыточного давления для образования единой механической системы оправка 3 - контейнер 4 с закачанным сжатым воздухом - державка 6, с возможностью дистанционного бесступенчатого управления жёсткостью резца за счёт изменения давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера 4. В пространстве между узлом крепления 2 режущей пластины 1 на оправке 3 и верхней плоскостью *B* переднего конца державки 6 установлена с предварительным напряжением сжатия вставка 8 из материала с высоким демпфированием.

Жесткое фиксирование режущей пластины 1 соответствующей формы на верхней поверхности *B* металлической оправки 3 в зависимости от вида выполняемой технологической операции может быть осуществлено узлом крепления 2 любой конструкции, в том числе и специальными резовыми вставками.

Замкнутая эластичная оболочка контейнера 4 с сообщающимися полыми стенками и днищем параллелепипеда может быть изготовлена, например, из резины или тканевого каркаса с двухсторонними резиновыми обкладками, подвергнутыми вулканизации. Так как внутренние размеры параллелепипеда равны поперечным размерам державки 6, а эластичная оболочка растяжима то размещение оправки 3 в контейнере 4 происходит быстро и не является трудоемким, а контейнер 4 плотно охватывает находящуюся в нем часть оправки 3 при этом, чтобы верхняя часть оправки 3 была установлена выступающей над контейнером 4 без соприкосновения с ним режущей пластины 1 и узла её крепления 2 высота контейнера 4 должна быть меньше длины оправки 3.

Размеры выборки, выполненной по форме контейнера 4 и ориентированной по нормали к верхней поверхности *B* переднего конца державки 6, выбирают таким образом, чтобы в выборке с малыми зазорами был расположен контейнер 4, плотно охватывающий находящуюся в нем часть оправки 3, при этом глубина выборки должна обеспечивать отсутствие контактирования режущей пластины 1 и узла её крепления 2 на оправке 3 с державкой 6, что обуславливает наличие пространства между узлом крепления и верхней плоскостью *B* конца державки 6. В сквозное отверстие 7 дна выборки державки 6 соосно пропускают цилиндрический штуцер 5, диаметр d_1 штуцера 5 меньше диаметра d_2 отверстия 7 ($d_1 < d_2$), что не дает возможности взаимодействовать штуцеру 5 с державкой 6 при всех режимах обработки изделия.

Через штуцер 5 в сообщающиеся полости днища и боковых поверхностей замкнутой эластичной оболочки контейнера 4 закачивают сжатый воздух до заполнения ею зазоров между выборкой державки 6 и создают необходимое избыточное давление для образования единой механической системы оправка 3 – контейнер 4 с закачанным сжатым воздухом - державка 6. Минимальным избыточным давлением P_{\min} в контейнере 4, обуславливающим работоспособность резца, является давление, обеспечивающее отсутствие проворачивания (проскальзывания) по поверхности контакта контейнера 4 относительно выборки, а также вырыв контейнера 4 с оправкой 3 из державки 6. Кроме того, за счет со-

зданного избыточного давления в контейнере 4 происходит самоцентрирование оправки 3 с расположением её на одинаковых расстояниях от стенок и дна выборки державки 6 и не требуется дополнительного неподвижного закрепления контейнера 4 в выборке. Давление внутри замкнутой эластичной оболочки контейнера 4 контролируют манометром. В пространстве между узлом крепления 2 режущей пластины 1 на оправке 3 и верхней плоскостью *B* переднего конца державки 6 устанавливают вставку 8 из материала с высоким демпфированием, этим достигается отсутствие консольного расположения режущей пластины 1 и узла её крепления 2 над державкой 6. При установке вставка 8 подвергнута предварительному напряжению сжатия, которое создает силы, направленные в противоположную сторону от сил, изгибающих режущую пластину 1 с узлом её крепления 2 в процессе резания.

Смонтированный резец устанавливают в резцедержателе (манометр и резцедержатель не показаны). Производят тарировку жёсткость-давление образованной механической системы.

Универсальный демпфирующий резец с управляемой жёсткостью работает следующим образом.

В зависимости от обрабатываемого материала и технологических режимов его обработки по произведённой тарировке жёсткость-давление управляют жёсткостью резца за счёт изменения давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера 4, закачиванием воздуха через штуцер 5 в полости контейнера 4 увеличивают жесткость резца, при сбрасывании – уменьшают. Так как в процессе обработки изделия режущая пластина 1, узел её крепления 2, оправка 3 и штуцер 5 виброизолированы от державки 6, то сжатым воздухом, закачанным в полости днища и боковых поверхностей контейнера 4 осуществляется демпфирование возникающих продольных и поперечных вибраций и ударных нагрузок. Вставка 8, установленная в пространстве между узлом крепления 2 режущей пластины 1 на оправке 3 и верхней плоскостью *B* переднего конца державки 6 и подвергнутая предварительному напряжению сжатия увеличивает эффективность демпфирования и приводит к повышению стойкости резца.

Дистанционное бесступенчатое управление жёсткостью резца изменением давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера 4 осуществимо и непосредственно в процессе механической обработки материалов, что создаёт возможность смещения собственных колебаний инструмента и вынуждающей силы резания, позволяет избежать нежелательного явления резонанса и приводит к дополнительному увеличению стойкости резца и улучшению его эксплуатационных характеристик.

Управление подачей сжатого воздуха в замкнутую эластичную оболочку контейнера 4 до создания необходимого давления или сбрасыванием давления воздуха из полых стенок и днища контейнера 4 осуществляют через штуцер 5, например, при помощи трёхпозиционного крана, установленного на воздуховоде от средства подачи сжатого воздуха, например, компрессора. Первая позиция крана связывает средство подачи сжатого воздуха с замкнутой эластичной оболочкой контейнера 4. Второе положение крана перекрывает подачу воздуха

в полые боковые поверхности и днище контейнера 4. Третья позиция - связывает контейнер 4, с атмосферой (компрессор и трёхпозиционный кран не показаны). Возможно управление жесткостью резца также при помощи системы клапанов, золотниковых или других устройств.

Замену режущей пластины 1 возможно производить без сбрасывания давления воздуха в полых стенках и днище контейнера 4.

При необходимости демонтажа резца державку 6 освобождают из резцедержателя, сбрасывают давление в замкнутой эластичной оболочке контейнера 4 до величины атмосферного, и ранее существовавшая механическая система оправка 3 – контейнер 4 с закачанным сжатым воздухом – державка 6 распадается на отдельные составляющие части оправка 3 в контейнере 4 без сжатого воздуха и державка 6, после чего оправку 3 освобождают из контейнера 4. Демонтаж резца происходит быстро и практически не требует трудозатрат.

Оригинальностью предложенного универсального резца с управляемой жёсткостью является то, что контейнер 4 изготовлен из вулканизированного материала с образованием замкнутой эластичной оболочки с сообщающимися полыми боковыми стенками и днищем параллелепипеда с внутренними размерами, равными поперечным размерам оправки 3, а во внешней стенке днища закреплен цилиндрический штуцер 5, расположение контейнера 4 с оправкой 3 произведено свободно с зазорами в выборке, имеющей в дне сквозное отверстие 7 диаметром d_2 , большим диаметра d_1 штуцера 5, который пропущен соосно с отверстием 7, при этом через штуцер 5 закачан сжатый воздух в полости днища и боковых поверхностей замкнутой эластичной оболочки контейнера 4 до заполнения ею зазоров между выборкой, самоцентрирования оправки 3 на одинаковых расстояниях от стенок и дна выборки, а также создания необходимого избыточного давления для образования единой механической системы оправка 3 - контейнер 4 с закачанным сжатым воздухом - державка 6, с возможностью дистанционного управления жёсткостью резца за счёт изменения давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера 4, кроме того, в пространстве между узлом крепления 2 режущей пластины 1 на оправке 3 и верхней плоскостью *B* переднего конца державки 6 установлена с предварительным напряжением сжатия вставка 8 из материала с высоким демпфированием. Это позволяет:

1. Улучшить эксплуатационные характеристики резца за счёт дистанционного бесступенчатого управления его жёсткостью изменением давления сжатого воздуха в замкнутой эластичной оболочке контейнера.

2. Снизить трудоемкость и затраты времени на подготовку резца к работе, так как при закачке сжатого воздуха в полости днища и боковых поверхностей замкнутой эластичной оболочки контейнера происходит заполнение ею зазоров между выборкой, самоцентрирование оправки на одинаковых расстояниях от стенок и дна выборки, а также создания необходимого избыточного давления для образования единой механической системы оправка - контейнер с закачанным сжатым воздухом - державка без дополнительного закрепления контейнера в выборке.

3. Упростить демонтаж резца путем сбрасывания давления в замкнутой эластичной обложке контейнера до величины атмосферного, после чего существовавшая механическая система оправка - контейнер с закачанным сжатым воздухом - державка распадается на отдельные части без трудозатрат.

4. Повысить стойкость резца установкой с предварительным напряжением сжатия вставки из материала с высоким демпфированием в пространстве между узлом крепления режущей пластины на оправке и верхней плоскостью переднего конца державки.

Таким образом, предлагаемый универсальный демпфирующий резец с управляемой жёсткостью позволяет достичь технического результата по улучшению эксплуатационных характеристик резца снижению трудоемкости и затрат времени на подготовку его к работе и демонтаж, а также повышению стойкости резца.

Список литературы: 1. Патент РФ №2009768, МПК⁵В23В27/00, 1994 г. 2. Повышение устойчивости процесса точения демпфирующим резцом / С.Г. Новиков, В.В. Малыхин, Е.И. Яцун и др. // Изв. Юго-зап. гос. ун-та. – Курск, 2011. – №3. – С. 122–125. 3. Повышение эксплуатационных характеристик демпфирующих резцов / С.Г. Новиков, В.В. Малыхин, Е.И. Яцун и др. // Изв. Юго-зап. гос. ун-та. – Курск, 2012. – №2. – С. 43–46.